主幹 薬学博士 朝比奈泰彦

植物研究雑誌

THE JOURNAL OF JAPANESE BOTANY

第32巻 第7号 (通巻 第354号) 昭和32年7月 発行
Vol. 32 No. 7 July 1957

薄井 宏*: ミヤコザサ及びアズマネザサの胚の形態学的研究

Hiroshi Usui*: Study of the embryo on *Sasa nipponica* and *Pleioblastus Chino*

I 緒 言

本邦ササ類の開花現象・発芽・及び稚苗の繁殖状態については殆んど明らかにされていない。更にその分類についてもこれまで多くの学者の努力に拘らずいまだ定説を得ていない。これらの問題を明らかにするには，その基礎となるササ類の形態について更に掘り下げてみる必要がなかろうか。その第一着手として私は，ミヤコザサ及びアズマネザサ（シノ）の種子をとりあげその胚を解剖した。その結果イネ科植物の胚として独特な形態を有することが分り，及植物形態学上最も論争の的となつている問題にも資する所があるのでここに報告しておきたい。

単子葉植物の胚における器官の相同については過去一世紀にわたり，多くの学者の様々な解釈を生み，未だに解決されていない。これまでに発表された色々の解釈は要約されて各文献2),3) に記載されているからここに更めてくり返す必要はないと思う。最近では J. R. Reeder7) が要約した如く様々な解釈は結局次の二つにまとめることができる。

① 幼葉鞘は幼芽の第 1 葉で植物体の第 2 葉であり，胚盤が子葉に相当する。幾人かの人は epiblast を退化した子葉と考えたが此の場合には幼葉鞘は植物体の第 3 葉となる。しかし此の場合にも幼葉鞘は幼芽の第 1 葉である2,3,6,7,8)。

② 胚盤と幼葉鞘は両者合せて子葉に相当する。この場合幼葉鞘は様々に解釈され，小舌に相当するとか，融合した一対の托葉であるとか，或は子葉的な鞘の延長したものと見られている1,4)。

これら二つの解釈の根本的な相異は，子葉に相等するものが胚盤だけであるか，あるいは胚盤と幼葉鞘との統合されたものであるかという点にある。

様々な解釈が生れる原因には多くの理由もあるが，胚盤の特異な形，及びこれと癒合する幼葉鞘が主脈を欠き一般には 2 本の管束しかもたないことに基いている。そこで用

---

* 宇都宮大学農学部. Faculty of Agriculture, Utsunomiya University.

うべき材料にはなるべく管束の特殊化されない古い型の植物がとりあげられなければならない。この点を考慮して最近 Reeder[7),8)] はイネ科植物の中で原始的と見られる *Streptochaeta* 及び *Jouvea* を用い，幼葉鞘が胚盤側に主脈を有する一枚の葉であることを発見し前者の解釈に有力な根拠を与えた。

II 材料と方法

原始的な形態を具えているという点で竹亜科はイネ科植物の形態を論ずる上に度々用いられる材料である。

A. ミヤコザサ (*Sasa nipponica* Makino et Shibata) 日本の太平洋岸山地及び低山地帯に広く分布する。供試材料は 1955 年栃木県日光，戦場が原附近に於いて開花結実したものである。

B. アヅマネザサ (シノ) *Pleioblastus Chino* Makino) 関東及び東北地方の原野，低山地帯に広く優占する。供試材料は宇都宮市郊外鬼怒川河畔に於いて 1956 年 7 月に採集した。

採集した種子から胚をとり出し，ブアン液で固定した，これをミクロトームにかけて連続切片を作り，ヘマトキシリン及びライトグリーンで染色した。切片の厚さは何れも 10 μ である。

III ミヤコザサの胚

種皮を傷つけてとり出した胚を肉眼的にみると，一般のイネ科植物のそれと同様・胚盤 (scutellum) 幼葉鞘 (coleoptile)，根鞘 (coleorhiza) が見られる (Fig. 1). 幼葉鞘の内部には何枚かの葉が包まれて幼芽 (plumule) とよばれ根鞘はその中に幼根を包んでいる。又，幼葉鞘と根鞘との境目に外胚葉 (epiblast) とよばれる部分がわずかに存在している。(Fig 2. A)

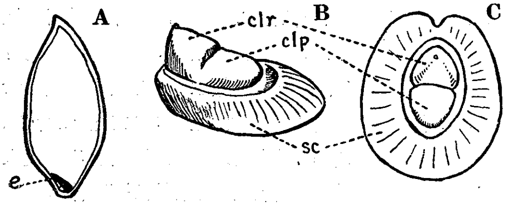

Fig 1. A, Diagram of median longitudinal section of caryopsis, showing location of embryo. B side view of embryo. C, face view of embryo. e., embryo; clp., coleoptile; clr., coleorhiza; sc., scutellum;

(Fig 2, B—G) は幼葉鞘の横断面図である。B より G までは幼葉鞘の基部からその先端にかけての連続切片である。一般のイネ科植物の幼葉鞘は円錐形中空の組織で，稀にその先端部に小口が見られることもあるが，殆んどの場合は基部から先まで全く閉鎖している。発芽の際に内部の葉が押し出してくるのはこの先端部からである。

ミヤコザサの幼葉鞘は基部の方は筒状であるが中程あたりからそのへりが離れてきて先の方では重なり合うのが見られる (Fig 2. F～G) 管束は基部から先端まで両側に一本づつ 2 本走つている。

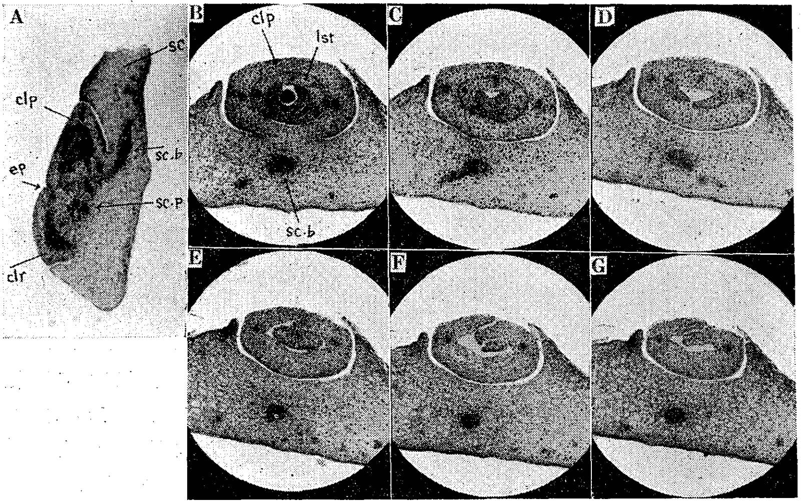

Fig 2. A, Longitudinal side section of embryo of *Sasa nipponica*, col., coleoptile; 1st, first, leaf of the plumule; sc., scutellum; sc. b., scutellum bundle sc. p., scutellum plate; ep., epiblast; cirle., coleorhiza; B, Transverse sections of embryo of *Sasa nipponica*, note that the coleoptile is not a closed structure, but the margins are free and overlap.

ミヤコザサの小花は三枚の花被，六本のをしべ，三花柱の子房を有する (Fig 3) 後述の *Streptochaeta*[5] の小穂ではこの外に独特な螺旋葉序と二枚に離れた内花穎を有することによつてイネ科植物の中では最も原始的な形態を具えた植物と見なされている。三枚の花被，六本のをしべ，三花柱の子房はイネ科の他の属に於ても見られるところであるが，これら三つの特徴を全部有する点ではササも *Streptochaeta* も共に原始的な植物ということができよう。

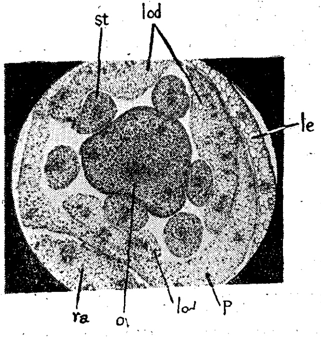

Fig 3. Transverse section of a spikelet a *Sasa nipponica*. lod., lodicule; p. palea; l., lemma; st., stamen; o., ovule; ra., rachis;

発芽の際，胚盤は胚乳と共に種皮の内部にとどまり，幼葉鞘と根鞘は種皮の外に押し出される。そして幼葉鞘の2本の管束はあたかも一本づつの主脉を有する2枚の葉のように真中から割れて，その間から幼芽の第1葉と第2葉とが出てくるが，幼葉鞘の二本の管束を結ぶ線と第1及び第2葉を結ぶ線とは直交している。(Fig 4) 又，幼葉鞘は一般のイネ科植物の場合のように伸長することは殆んどない。

IV　アズマネザサの胚

1.　主脈となる管束

スクテルム板とよばれる部分即ち茎と根との境目の部分の横断面では，スクテルム管束を中心に左右斜めに横走する太い管束が走り，その先端部に新しい管束を作りながら方向を変えている (Fig 5, A—E) やがてこの横走する管束は円の中心部で合一しY字型となる (Fig 5. E) その後 Y 字の中心点と下端（即ちスクテルム管束の部分）のみが上部に伸びる (Fig 5. F, G) この時円周上にならぶいくつかの管束の中左右二つの管束 (M'・M'') が中心部に向つて引寄せられ M と共に円の中心部で正三角形の頂点の位置に配列する (Fig 5. I) その後これら三つの管束の中 M'' は消失し M' は更に中心部に移動して MM' 及びスクテルム管束の三つは一直線に並ぶ (Fig 5 J) 各々の葉の主脈となる管束はこの M だけである。Yung10) によればイネではこの M' 及び M'' に相等する管束から第 2 葉及び第 3 葉の主脈や側脈を生じアズマネザサの場合とは大いに異なつている。

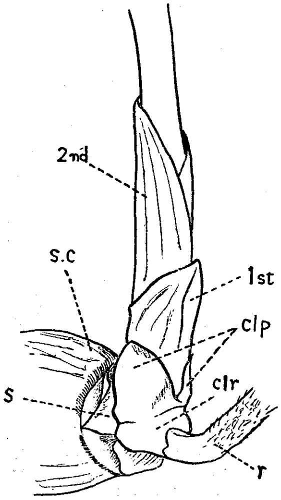

Fig 4. Seedling of *Sasa nipponica* just after germination, 2nd., second leaf; 1st., first leaf of the plumule; clp., coleoptile; clr., coleorhiza; r., primary root; s.c., seed coat; s., scutellum;

M は幼葉鞘においては胚盤と反対側の真中の管束 (Mc) 及び第 1 葉の主脈 (M_1) を分出し第 3 葉の主脈 (M_3) となつて終る。第 2 葉では $4_1'$ が主脈となり 1/2 の葉序がくづれている。このため第 2 葉中の側脈中に空所を生じそれを埋めるため新しい管束を生ずるがそれは M'' の移動によつて生ずるようである。

2.　側生の管束

一般のイネ科植物の幼葉鞘では，ミヤコザサの場合と同様普通2本の側脈が見られるにすぎない。アズマネザサの場合には，スクテルム管束を除いて5〜8本現われている。(Fig 5. K, L) Fig 6 はアズマネザサの胚の一例で 5 本の管束が幼葉鞘に見られる例である。幼葉鞘の各管束は何れもその内側の各々に対応する管束から分出したものである。幼葉鞘の内側に見られる 10 本の管束中，MM' を除いた他は何れもスクテルム管束から左右相称的に分出したものである (Fig 8) 分出の順序は 3 及び 3′ が最も早く，その分出点はスクテルム板から始まり続いて 2 2′ 4 4′ 5 5′ の順につづく。

2 及び 2′ は幼葉鞘に於いて 2 2′ を分出し第 1 葉で再び 2 2′ を分出するが，第 2 葉では分出せず，上昇して第 3 葉の側脈となる。

3 及び 3′ は幼葉鞘で第一回目の分出をし，第 1 葉で再び分出し第 2 葉の側脈とな

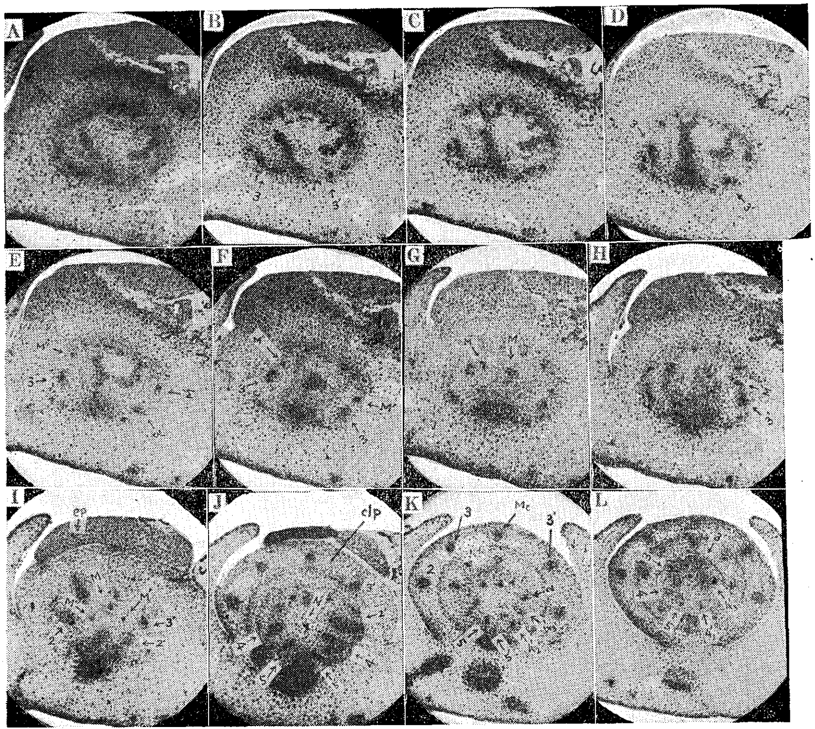

Fig 5. Transverse section of embryo of *Pleioblastus Chino* from scutellar plate to plumule. The number of slide glasses are A-1, E-2, C-3, D-4, B-5, F-7, G-8, H-10 I-12, J-18, K-23, L-26,. A-E, showing the bundles of scutellar plate, note that the transverse bundles shift from the side to the center making new longitudinal bundles at the tips. E., note the Y shape of transverse bundle, and M' M''. F-I, The center of Y shape develops upward (M) and M' M'' are pulled inside, then thres are located triangularly. J, 4, 4', 5, 5', from scutellum bundle and a bundle into scutellum from 4 also visible. K, 4' trifurcated into $4_1'4_2'4_3'$. L, note the bundles of the second leaf, and the midrib ($4_1'$) causing the twist of phyllotaxis.

つて終る。

4 及び 4′ は不規則な発達をする。4 はスクテルム管束から分出した後すぐに胚盤の中へ太い管束を分出しそのあとで再び第 1 葉の側脈を分出する。一方 4 に対応する 4′ は胚盤の中へは分出せず上昇して 3 本の管束に分岐し $4_1'4_2'4_3'$ となる。この中外側に位置する $4_2'$ は第 1 葉の側脈となり $4_1'$ 及び $4_3'$ は第 2 葉の主脈及び側脈となつて終る。

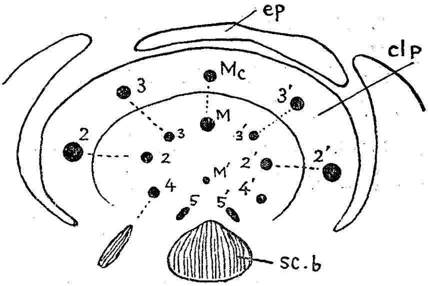

Fig 6. Diagram of transverse section of coleoptile of *Pleioblastus Chino*, showing five coleoptile bundles and ten inner bundles from which coleoptile and plumule bundles are diverged. ep., epiblast; col., coleoptile; s.b., scutellum bundle.

5 及び 5' は最初スクテルム管束から分出したときには左右相称的に並んで現われるが，上昇するにつれて位置のズレをおこし，5 は内側に 5' は外側にのこる。そして 5' は第1葉の末端の管束 5_1' 5_2' となつて終る。一方 5 は第2葉の主脈のとなりの側脈となる。(Fig 7, Fig 8)

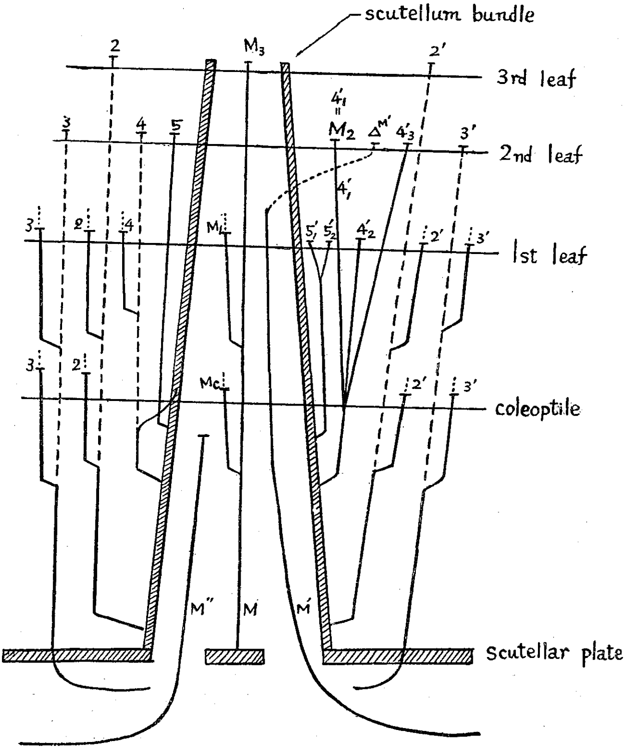

Fig 7. Diagram of the plumule bundles. Note the midrib of the second leaf.

以上はアズマネザサの胚の最も普通の例であつて，幼葉鞘の管束に 4 4' が現われる場合や，Mc が分岐して2つになる例もあつた。

3. 幼葉鞘の先端部

アズマネザサの幼葉鞘の先の方では，ミヤコザサの場合と同様胚盤と反対の側（即ち Mc の部分）のへりがはなれてくる。このことは Mc が一見して主脈の如く見えながら実際はそうでないことを意味している。

4. 幼芽中の芽

アズマネザサの幼芽には幼葉鞘と第 1 葉にはさまれて芽が存在する。更に第 1 葉と第 2 葉との間にも第 2 番目の芽が現われている

V. 結　　論

アズマネザサの幼葉鞘・第 1 葉，第 2 葉及び第 3 葉迄の管束を追跡すると，各々の間には主脈及び側脈共に一つづきの密接なつながりがある。このことから最も重要な結論が導かれる。即ち幼葉鞘はその上部の第 1 葉・第 2 葉などと全く相同の葉であると

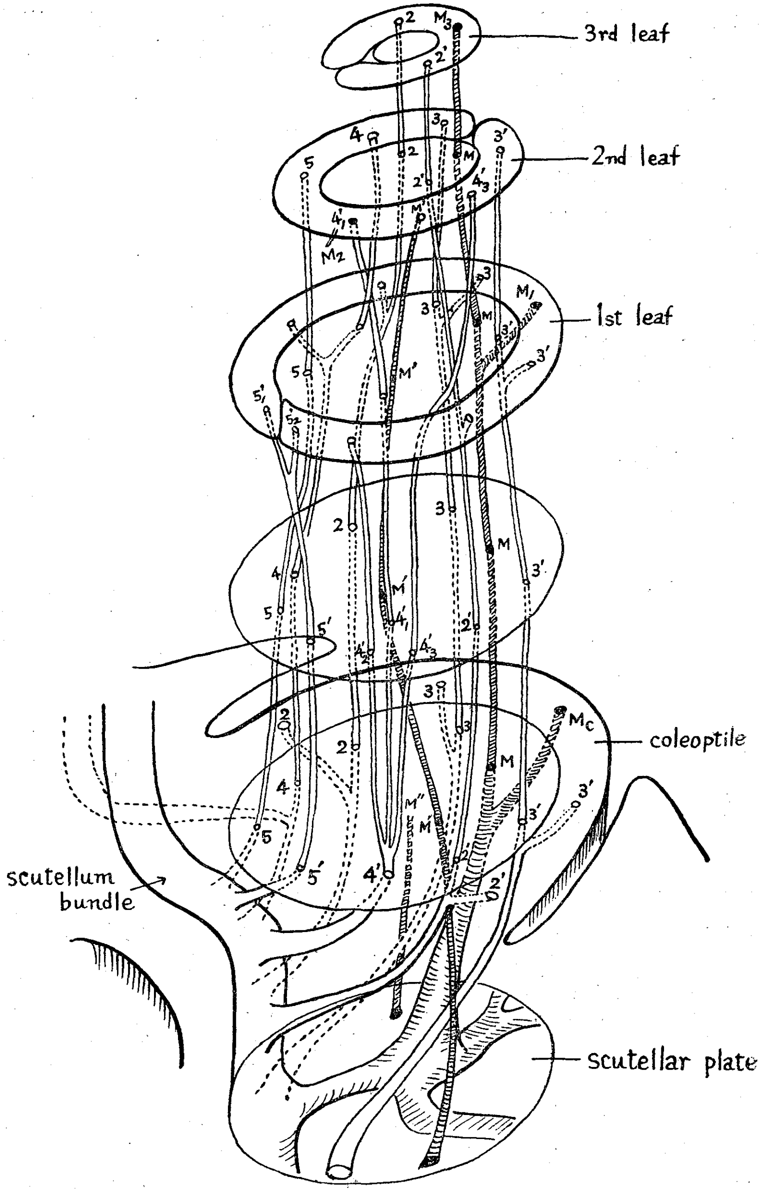

Fig 8. Diagrammatic reconstruction of the embryo of *Pleioblastus Chino*, showing vascular interrelation of scutellum with plumule.

いうことである。又幼葉鞘の主脈は欠如しているが之はスクテルムバンドルと癒合したものと考えられる。Mc は一見幼葉鞘の主脈の如く見えるが幼葉鞘の上部ではこの部分がはなれることにより主脈と反対側のへりであることは疑い得ない。

幼葉鞘が1枚の葉であつて上部の葉と相同であることは既に幼葉鞘の主脈を発見した Reeder の論文によつても明らかである。只筆者のこの報告では管束の追迹から幼葉鞘の主脈を除いた他の管束も亦幼葉鞘が上部の葉と相同であると云い得る確かな根拠を示すものである。

以上により幼葉鞘は幼芽の第1葉であり，植物体の上からは胚盤が第1葉で第2葉を欠如し幼葉鞘は第3葉となる。第2葉が果して外胚葉であるかどうかについてはなお疑問を残している。

最後に，この研究に関して終始御指導頂いた東京大学理学部，前川文夫教授，並びに同研究室の多くの方々に深く御礼を申上げる。又本研究にあたり私を東大理学部植物学教室に派遣下すつた本大学の倉田益二郎教授に厚く感謝の意を表する。

Summary

1. In the coleoptile of *Sasa nipponica* and *Pleioblastus Chino*, the margins on the side away from the scutellum are free and overlap.
2. Tracing of the bundles of the plumule in *Pleioblastus Chino*, it was obvious that each of the midrib originate from a central bundle in the scutellar plate, and the lateral bundles are derived from the bundles which are diverged from the scutellum bundle.
3. Coleoptile of *Pleioblastus Chino* possesses five bundles, and these are in close relation with the bundles of the above leaves.
4. There are two bundles (M, M) in addition to M that comes up from the scutellar plate, M disappear soon at the base, and M seems to become a midrib of the second leaf, but take a position of the lateral bundle.
5. The coleopile and the first foliage leaves of *Pleioblastus Chino* shows definite $\frac{1}{2}$ phyllotaxis but it is slightly shifted at the second leaf. This is due to the fact that the bundle which is originately to be a lateral bundle take a aposition of the midrib of the second leaf.
6. These facts above mentioned lend strong support to the coleoptile is homologous to a leaf, and the first leaf of the plumule, and it is the third leaf of the plant, scutellum being the cotyledon. It is still in doubt whether epiblast is equivalent to the second leaf of the plant or not.

Literature Cited

1. Arber, A. 1934. The Gramineae, a study of cereal, bamboo and grass. The Mcmillan Co. New York; The university Press. Cambridge, England.
2. Avery, G. S., 1930. Comparative anatomy and morphology of embryos and seedling of maize, oats, and wheat. Bot. Gaz. **89**: 1-39.
3. McCall, M. A. 1934. Developmental anatomy and homologies in wheat. Jour. Agric. Res. **48**: 283-321.
4. Nishimura, M. 1922. Comparative morphology and development of *Poa pratensis*, *Phleum pratense* and *Setaria itarica*. Jap. Jour. Bot. **1**: 55-85.
5. Page, Virginia, M. 1951. Morphology of the spikelet of *Streptochaeta*. Torrey Bot. Club **78**: 22-37.
6. Reeder, J. R. 1953. The embryo of *Streptochaeta* and its bearing on the homology of the coleoptile. Am. Jour. Bot. **40**: 77-80.
7. Reeder, J. R. 1956. The embryo of *Jouvea pirosa* as further evidence for the foliar nature of the coleoptile.
8. Yung, C. T. 1938. Developmental anatomy of the seedling of the rice plant. Bot. Caz. **99**: 786-802.